

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/006321

International filing date: 31 March 2005 (31.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-105341
Filing date: 31 March 2004 (31.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 May 2005 (20.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 0 5 3 4 1

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 1 0 5 3 4 1
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): コマツ電子金属株式会社

2 0 0 5 年 4 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	AP030027
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	C30B 15/14 H01L 21/18
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号 コマツ電子金属株式会社内
【氏名】	飯田 哲広
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号 コマツ電子金属株式会社内
【氏名】	野田 暁子
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号 コマツ電子金属株式会社内
【氏名】	富岡 純輔
【特許出願人】	
【識別番号】	000184713
【氏名又は名称】	コマツ電子金属株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100071054
【弁理士】	
【氏名又は名称】	木村 高久
【代理人】	
【識別番号】	100106068
【弁理士】	
【氏名又は名称】	小幡 義之
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	006460
【納付金額】	21,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

半導体単結晶の原料の融液を貯留するるつぼと、前記原料を加熱溶融するために前記るつぼの外側にあって上下方向に複数のヒータを備えたチョクラルスキー法による半導体単結晶製造装置において、

上下ヒータの間隙またはその間隙近傍の位置に、熱遮蔽物が設けられていることを特徴とする半導体単結晶製造装置。

【請求項 2】

前記るつぼの全周に渡って前記熱遮蔽物が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体単結晶製造装置。

【請求項 3】

前記熱遮蔽物を構成する材料が黒鉛繊維材又は黒鉛を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体単結晶製造装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体単結晶製造装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウェーハの材料となるシリコン単結晶等の半導体単結晶製造装置に関し、特に、チョクラルスキー法による半導体単結晶製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体集積回路においては、重金属汚染対策あるいは各種品質歩留まり向上のために、所定の酸素濃度を有するシリコンウェーハが必要とされるが、そのようなシリコンウェーハの材料であるシリコン単結晶は、チョクラルスキー法による単結晶製造装置（以下、CZ装置という）によって製造することができる。

【0003】

このCZ装置においては、まずチャンバ内に配置したるつぼ内に単結晶用原料を充填し、不活性パージガスをチャンバ内に導入しながらこの原料をるつぼの外側に設けたヒータで加熱溶融する。この溶融した融液に種結晶を浸漬してなじませた後、この種結晶を回転させつつ上方に引き上げて種結晶の下端に単結晶を成長させる。

【0004】

上記CZ装置を用いて製造したシリコン単結晶中の酸素の大部分はるつぼの材料の石英から供給される。

【0005】

すなわち、高温状態でシリコン融液とるつぼの内面が接する接湯面で、るつぼ材料の石英（ SiO_2 ）と融液のシリコン（ Si ）はたえず反応し、るつぼ表面から揮発性の酸化ケイ素（ SiO ）が溶出酸素として融液中に溶出する。この溶出酸素は、揮発性の SiO として融液表面から蒸発するとともに、るつぼの回転による融液の強制対流、るつぼおよびるつぼ内融液の温度分布（以下、「るつぼ内温度分布」という）による熱対流等で攪拌され、その一部は引き上げる単結晶の成長界面に輸送されて単結晶中に取り込まれる。

【0006】

さて、実際のシリコン単結晶製造においては、単結晶中への酸素の取り込み量は、各種製造条件、たとえば SiO の反応速度、パージガス条件、融液の残量、ヒータ加熱条件等に複雑に関係しており、所定の酸素濃度範囲内の単結晶を高歩留まりで製造することはなかなか困難である。

【0007】

そこで従来、シリコン単結晶の酸素濃度制御法として、るつぼの回転速度と融液中の酸素濃度の関係に着目した方法、パージガスの圧力、流量、流速条件と SiO 蒸発量の関係に着目した方法、あるいはるつぼ内印加磁場と融液中の酸素濃度の関係に着目した方法等が提案され、実行されてきた。

【0008】

さらに、特許文献1～3には、上記方法に替わる有力な酸素濃度制御法として、以下に概略するように、複数ヒータによって上述した「るつぼ内温度分布」を制御することで、引き上げるシリコン単結晶の酸素濃度を制御する方法や装置が開示されている。

【0009】

特許文献1には、るつぼの側周に沿って上下方向に複数段に互ってヒータを設け、単結晶引上げの進行状態に応じてこれらのヒータのそれぞれに適宜電力を供給することで、溶出酸素量と酸素溶出領域を適宜制御し、単結晶中の酸素濃度を所定の範囲内に制御する装置が開示されている。単結晶製造工程の前半にるつぼ底部の融液を一時固化し、るつぼの底部から溶出する溶出酸素量を制御することが特徴となっている。

【0010】

特許文献2には、るつぼの側周に沿って上下方向にヒータを複数段設け、融液の表面の高さを最上ヒータの加熱領域内に保ちながら、全ヒータの出力に対する最上ヒータの出力

の比率を所定の値以上に設定し、るつぽ底部の温度をるつぽ上部の温度より常に低く制御することで、るつぽ底部の酸素溶出量を抑制して、目標とする酸素濃度の単結晶を高い収率で製造する方法が開示されている。

【００１１】

特許文献３には、遮蔽部材を有する装置において、るつぽの側周と底部に沿って設けた複数ヒータの出力を独立に制御することによって、融液の高温域が上記遮蔽部材によって高温側にシフトするのを抑制しながら、精細に単結晶中の酸素濃度を制御して単結晶を製造する方法が開示されている。

【特許文献１】特開昭６２－１５３１９１号公報。

【特許文献２】特許３０００９２３号公報。

【特許文献３】特許２６８１１１５号公報。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１２】

ところで、近年、半導体集積回路がますます多様化するとともに、従来要求されてきた酸素濃度範囲よりさらに広い酸素濃度範囲を有するシリコンウェーハの需要が高まり、そのためこのような仕様に合ったシリコン単結晶を安価に量産できるＣＺ装置の必要性が高まってきた。

【００１３】

その中であって、上記回転速度と融液内酸素濃度の関係を利用する方法やバージガス条件を利用する方法の場合、酸素濃度制御幅が狭すぎて上記した広い酸素濃度のシリコン単結晶を歩留まりよく製造できないという問題がある。磁場発生装置を利用する方法の場合、装置が高価であり、設置場所を取り、さらには維持費用が高いため、シリコン単結晶を安価に製造できないという問題がある。

【００１４】

また、上記した三つの公報の発明は、上記方法の有する問題をある程度解決するものの、現在要求されている広い酸素濃度範囲のシリコン単結晶を歩留まりよく製造するには不十分であることが分かってきた。

【００１５】

複数ヒータを利用する装置の場合、上記した広い酸素濃度範囲のシリコン単結晶を高歩留まりで製造するためには、「るつぽ内温度分布」を能動的に制御して、所定の場所に所定量の溶出酸素を生成させ、この溶出酸素を適切に形成した熱対流で所定の領域に輸送させることが重要な鍵となる。

【００１６】

しかし、上記いずれの公報の発明においても隣接ヒータのそれぞれの加熱領域が重なり合ってしまう、各ヒータの出力を独立して変化させても「るつぽ内温度分布」を能動的に付与することができないので、広い酸素濃度範囲で精密な制御を行い、歩留まりの高いシリコン単結晶を製造することは困難である。

【００１７】

本発明は上記問題に鑑みなされたものであり、上下に隣接するヒータの加熱領域を局所化し、るつぽおよびるつぽ内融液の温度分布を制御性よく得ることで、高酸素濃度の単結晶から低酸素濃度の単結晶まで、所定の酸素濃度規格範囲で歩留まりよく製造でき、かつ安価な半導体単結晶製造装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【００１８】

以上のような目的を達成するために、第１発明においては、半導体単結晶の原料の融液を貯留するるつぽと、前記原料を加熱溶融するために前記るつぽの外側であって上下方向の異なる位置に設けられた複数のヒータと、前記ヒータの周辺であって前記ヒータの熱を断熱する断熱体とを備えたチョクラルスキー法による半導体単結晶製造装置において、上下に隣接するヒータの間隙またはその間隙近傍の、前記両ヒータの相互熱干渉を抑制し、

前記各ヒータの加熱領域を局所化させる位置に熱遮蔽物が設けられていることを特徴としている。

【００１９】

第２発明は、第１発明において、前記るつぼの全周に渡って前記熱遮蔽物が設けられていることを特徴としている。

【００２０】

第３発明は、第１発明において、前記熱遮蔽物を構成する材料が黒鉛繊維材または黒鉛を含むことを特徴としている。

【発明の効果】

【００２１】

第１発明によれば、図１に示すように、熱遮蔽物２０を配置したことにより隣接するヒータ４ａ、４ｂのそれぞれの加熱領域を、また、熱遮蔽物２１を配置したことにより隣接するヒータ４ｂ、４ｃのそれぞれの加熱領域を局所化できるので、るつぼ３およびるつぼ内融液８の温度分布（「るつぼ内温度分布」）を能動的に付与できる。

【００２２】

第２発明によれば、図１において、るつぼ３の全周に渡って熱遮蔽物２０、２１が設けてあるので、熱遮蔽効果を十分に発揮できる。

【００２３】

第３発明によれば、熱遮蔽物に用いる材料の断熱性が高く、熱的に安定なので、隣接ヒータ間の相互熱干渉を効果的に抑制することができるとともに、単結晶の汚染を回避することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２４】

以下に、本発明に係わる半導体単結晶製造装置について、図面を参照して説明する。

【実施例１】

【００２５】

図１は、本発明の実施例１を説明するための半導体単結晶製造装置の断面図である。

【００２６】

CＺ装置１は、チャンバ２内に配置したるつぼ３、るつぼ３の外側周に設けた側面ヒータ４、側面ヒータ４の外周に設けた断熱体５、るつぼ３の近傍に配置したパージガス整流部材６、および単結晶引き上げ機構７をおもな構成要素としている。

【００２７】

るつぼ３は二重構造になっており、シリコン融液８を内側に貯留するための石英（ＳｉＯ₂）るつぼ３ａに、石英るつぼ３ａと相似形の黒鉛（カーボン）るつぼ３ｂが外嵌している。融液８と石英るつぼ３ａの内表面は接湯面３ｃでもって接触している。また、るつぼ３の底部は回転および昇降が可能な支持軸９で支持されており、これにより、回転して融液８の強制対流を起こすとともに、シリコン単結晶１０の製造中に融液表面８ａを略同一平面位置に維持することができる。

【００２８】

側面ヒータ４は、上ヒータ４ａ、中ヒータ４ｂ、下ヒータ４ｃの三個のヒータで構成されている。各ヒータは内径と外径を同じとし、所定の厚みを有する円筒形状の黒鉛ヒータで、上下方向に所定の間隔を保ってるつぼ３と同心にるつぼ３の側面に配置されている。また、るつぼ３を効率よく加熱できるように、黒鉛るつぼ３ｂの外周側面に近接した態様で配置されている。

【００２９】

断熱体５は、側面ヒータ４の発する熱を逃がさず、るつぼ３を効率よく加熱するためのもので、チャンバ２の円筒形状の内周側面と平面形状の底面を所定の厚みで覆う構造をしている。

【００３０】

パージガス整流部材６は、図示しないチャンバ２の上部に設けた不活性パージガス導入

口から導入したバジガスをシリコン融液表面 8 a 上方で整流させるためのものである。

【0031】

単結晶引上げ機構 7 は、回転および昇降が可能な引上げ軸 7 b を有しており、その下端に種結晶 7 a を固定することができる。

【0032】

ここまでは従来の複数ヒータを用いた半導体単結晶製造装置と同じであるが、本実施例の場合、同図において、熱遮蔽物 20 が、上下に隣接するヒータ 4 a とヒータ 4 b の間隙の位置であって、隣接するヒータの相互熱干渉を抑制し、隣接するヒータの加熱領域を局所化させる位置に設けられている。同様に、熱遮蔽物 21 が、上下に隣接するヒータ 4 b とヒータ 4 c の間隙の位置であって、隣接するヒータの相互熱干渉を抑制し、隣接するヒータの加熱領域を局所化させる位置に設けられている。

【0033】

すなわち、本実施例では、上下に隣接するヒータのすべての間隙（ここでは二箇所）に熱遮蔽物が配設されている。

【0034】

また、熱遮蔽物 20、21 は、るつぼ 3 の全周に渡って設けられている。

【0035】

熱遮蔽物 20 は円環（円筒）形状に形成されており、その内径が側面ヒータ 4 の内径とほぼ一致しており、その外径が断熱体 5 の内周径とほぼ一致している。また、ヒータ 4 a の下端と熱遮蔽物 20 の上面およびヒータ 4 b の上端と熱遮蔽物 20 の下面が所定の距離離間した態様で配設できるように厚み（肉厚）が設定されている。

【0036】

同様に、熱遮蔽物 21 も円環形状に形成されており、その内外径を熱遮蔽物 20 の内外径とほぼ同じとしている。また、ヒータ 4 b の下端と熱遮蔽物 21 の上面およびヒータ 4 c の上端と熱遮蔽物 21 の下面が所定の距離離間した態様で配設できるように厚みが設定されている。

【0037】

熱遮蔽物 20、21 の材料としては、高温環境において汚染源にならず、断熱性が高いものほど好ましい。そのような材料として黒鉛または黒鉛繊維材があるが、黒鉛繊維材を黒鉛で覆う構造の熱遮蔽物であればさらに好ましい。

【0038】

なお、熱遮蔽物 20、21 は、熱遮蔽効果を低減させないように、複数の支持ロッド等を介してチャンバ 2 の内部部品に固定しておくことが望ましい。この点は他の実施例においても同様であり、以下においてはこれに関する説明を省く。

【0039】

次に、熱遮蔽物 20、21 を配設したことで得られる作用効果を説明する。

【0040】

上述したように、従来の装置に組み込まれた複数ヒータは、それぞれ独立に出力を変えられるものの、隣接するヒータの加熱領域が相互熱干渉してしまい、各ヒータの加熱領域を局所化して温度制御することができなかった。

【0041】

これに対して、本実施例の場合は、隣接するヒータの間またはその近傍に熱遮蔽物 20、21 を設けたことにより、両ヒータの相互熱干渉が効果的に抑制されるので、それぞれのヒータの加熱領域を十分局所化して温度制御することができる。

【0042】

本実施例と従来の装置の加熱領域を比較できるように、図 1 において、左側のヒータでは従来の各ヒータの加熱領域（破線 A、B、C）、右側のヒータでは本発明の各ヒータの加熱領域（実線 D、E、F）を模式的に示した。但し、対応する左右の各ヒータの出力は同じと仮定している。

【0043】

従来の装置の場合、図の断面において、各ヒータの間隙またはその間隙近傍に熱遮蔽物がないので、各ヒータからの熱放射は円形状に放射され、隣接するヒータの加熱領域と重なる部分が多い。これに対して、本実施例の場合、熱遮蔽物 20, 21 が配設されたことにより、各ヒータからの熱放射は方向性（指向性）を持つようになるので、加熱領域が局所化され、隣接するヒータの加熱領域と重なる部分が小さくなる。すなわち、本実施例の場合、熱遮蔽物 20, 21 は隣接ヒータの相互熱干渉を抑制することができる。

【0044】

しかも両装置のそれぞれ対応するヒータ出力を同じとした場合、本実施例のヒータは方向性を持っているので、従来のヒータに比べてより遠い領域まで局所加熱することができる。よって、本実施例は、従来の装置に比べてより広く、また遠い領域の「るつぽ内温度分布」を能動的に温度制御することができる。

【0045】

本発明の装置を用いれば、シリコン単結晶中の酸素濃度を以下のようにして広範囲に亘って能動的に制御することができる。

【0046】

上述したように、シリコン単結晶中の酸素濃度は、融液に溶出された SiO の溶出量と単結晶の成長界面への溶出酸素の輸送の仕方に深く関係している。

【0047】

そこで、本実施例の装置を用いて単結晶の成長界面に溶出酸素をできるだけ多く取り込むためには、るつぽ底部の接湯面積が大きく、また、融液表面 8a の中央に引上げ成長させる単結晶 10 の成長界面があることを考慮して、次のようにすればよい。

【0048】

すなわち、るつぽ底部およびその付近にある融液を局所加熱して、るつぽ底部付近の接湯面であるるつぽ材料の石英（SiO₂）と融液のシリコン（Si）との反応を促進させ、より多くの溶出酸素を溶出させる。それと同時に、各ヒータの出力を調整してるつぽおよびるつぽ内融液に所定の温度分布を付与し、るつぽ底部の接湯面から溶出した溶出酸素を、蒸発物として散逸させないで単結晶 10 の成長界面にすみやかに輸送させる熱対流を形成する。

【0049】

逆に、単結晶中の酸素濃度をできるだけ小さくするためには、各ヒータの出力を調整して、るつぽ底部から溶出する溶出酸素量を抑制するとともに、接湯面から溶出する溶出酸素を蒸発物としてできるだけ散逸させ、融液内酸素濃度を低下させると同時に、溶出酸素を単結晶の成長界面にすみやかに輸送させないような熱対流を形成させればよい。

【0050】

図 2 に、上記説明した本実施例の装置および従来の装置による低酸素側におけるシリコン単結晶の酸素濃度の比較実験結果を示す。

【0051】

図の横軸は引き上げた単結晶の成長初期（0%）から成長終了（100%）までの結晶長（固化率）を表し、縦軸は単結晶中の酸素濃度（任意値）を表している。斜線部は低酸素濃度ウェーハに用いられるシリコン単結晶中の酸素濃度規格範囲であり、この範囲にある単結晶が良品となる。図中の実線は本実施例による改善データを、破線は従来の装置による従来データを表している。

【0052】

図に示されるように、従来の装置は低酸素側の限界点が高いため、成長初期の単結晶の酸素濃度を規格範囲内に収めることができず、結晶長が約 20% になった時点でやっと良品となる。また、結晶長が約 70% になった時点で再び酸素濃度が高くなってしまい、それ以後の部分は不良品となる。

【0053】

一方、本実施例の装置の場合、上述した方法により低酸素側の限界点を従来より下げることができるので、成長初期から良品であり、結晶長が約 85% になるまで酸素濃度の規

格範囲内に収まっている。結果として良品率が約 35 % 改善されている。

【0054】

図 3 に、本実施例および従来の装置による高酸素側におけるシリコン単結晶の酸素濃度の比較実験結果を示す。

【0055】

図に示されるように、従来の装置は高酸素側の限界点が低いため、引き上げたシリコン単結晶は、成長初期は良品であるものの、結晶成長とともにるつぼ内融液の酸素濃度が漸減する傾向にあるために、結晶長が約 55 % となったところで酸素濃度規格範囲からはずれ、それ以後の部分は不良品となってしまう。

【0056】

一方、本実施例の装置は上述した方法により高酸素濃度側の限界点を従来より上げることができるので、成長初期から結晶長が約 73 % までの範囲は良品となっており、良品率が約 18 % 改善されている。

【0057】

このように、本実施例の装置によれば、高酸素濃度シリコン単結晶であっても低酸素濃度シリコン単結晶であっても、従来の装置に比較して大幅に歩留まりを向上させて製造することができる。また、従来は製造できなかった高酸素濃度あるいは低酸素濃度のシリコン単結晶を製造することができる。

【0058】

高酸素濃度と低酸素濃度の間にある所望の酸素濃度のシリコン単結晶は、上記局所加熱できる各ヒータによって、るつぼおよびるつぼ内融液の温度分布を適宜調整して製造することができる。

【0059】

なお、本実施例の装置では、所定のヒータの加熱領域を局所化できるので、従来の装置より効率のよい加熱制御を行うことができ、シリコン単結晶製造に要する消費電力を低減できる利点もある。

【実施例 2】

【0060】

図 4 は、本発明のほかの実施例を説明するための概念図である。

【0061】

同図において、実施例 2 の C Z 装置 1 は、実施例 1 の C Z 装置 1 と同様、チャンバ 2 の内部にるつぼ 3、側面ヒータ 4、断熱体 5 等を組み込んだ構造をしており、図 1 と共通する部分については同じ番号がふってある。以下において、それらについての説明を省き、それ以外の部分について詳述する。

【0062】

本実施例の場合、熱遮蔽物 22 が、上下に隣接するヒータ 4 a とヒータ 4 b の間隙近傍の位置であって、隣接するヒータの相互熱干渉を抑制し、隣接するヒータの加熱領域を局所化させる位置に設けられている。同様に、熱遮蔽物 23 が、上下に隣接するヒータ 4 b とヒータ 4 c の間隙近傍の位置であって、隣接するヒータの相互熱干渉を抑制し、隣接するヒータの加熱領域を局所化させる位置に設けられている。

【0063】

熱遮蔽物 22、23 は円環（円筒）形状に形成されており、それぞれの内径が側面ヒータ 4 の外径とほぼ一致し、それぞれの外径が断熱体 5 の内周径とほぼ一致している。また、熱遮蔽物 22、23 の厚み（肉厚）は、それぞれ実施例 1 の熱遮蔽物 20、21 と同じ厚みに設定されている。

【0064】

上記構造にしたことにより、隣接するヒータの相互熱干渉を抑制する効果は実施例 1 の場合より幾分弱まるものの、従来に比べて各ヒータの加熱領域を十分局所化することができる。

【0065】

また、本実施例の場合、実施例 1 に比べ、チャンバ 2 内への熱遮蔽物 2 2 , 2 3 の取り付けあるいは取り外しが容易になる利点があるとともに、熱遮蔽物が高電圧のヒータと接触して通電したり、あるいは両者間で異常放電したりするおそれを回避することができる。

【実施例 3】

【0066】

図 5 は、さらにほかの実施例を説明するための概念図である。

【0067】

実施例 3 の C Z 装置 1 は、実施例 1 の C Z 装置 1 と同様、チャンバ 2 の内部にるつぼ 3、側面ヒータ 4、断熱体 5 等を組み込んだ構造をしており、図 1 と共通する部分については同じ番号がふってある。以下において、それらについての説明を省き、それ以外の部分について詳述する。

【0068】

本実施例の場合、三個のヒータ 4 a , 4 b , 4 c とともに、ヒータ 4 c より下方位置に、ボトムヒータ 1 4 が支持軸 9 を同心に包囲して設けられている。また、実施例 1 で説明した熱遮蔽物 2 0 , 2 1 とともに、ヒータ 4 c とボトムヒータ 1 4 の間隙には熱遮蔽物 2 4 が設けられている。

【0069】

ボトムヒータ 1 4 は所定の厚みを有して円環形状に形成されており、その内径は支持軸 9 の外径より大きく、その外径はヒータ 4 c の内径より小さい。なお、シリコン単結晶製造中にるつぼ 3 が昇降しても、ボトムヒータ 1 4 の上面がるつぼ 3 の下端と干渉しないように配置しておく。

【0070】

熱遮蔽物 2 4 は所定の長さを有する円筒形状に形成されており、その内径はボトムヒータ 1 4 の外径より大きく、その外径はヒータ 4 c の内径より小さい。このように形成された熱遮蔽物 2 4 は、断熱体 5 の底面に接してボトムヒータ 1 4 のほぼ上面の高さまで立設した態様で、ヒータ 4 c とボトムヒータ 1 4 の間隙に配置されている。

【0071】

上記構造にしたことにより、ヒータ 4 c とボトムヒータ 1 4 の相互熱干渉が抑制されるので、ボトムヒータ 1 4 によりるつぼ 3 の底部を局所的に加熱することが可能になる。よって、「るつぼ内温度分布」をさらに能動的に制御できるので、シリコン単結晶中の酸素濃度を所定の範囲内に収めて製造することがさらに容易になる。

【実施例 4】

【0072】

図 6 は、ほかの実施例を説明するための概念図である。

【0073】

実施例 4 の C Z 装置 1 は、図 1 の C Z 装置 1 と同様、チャンバ 2 の内部にるつぼ 3、側面ヒータ 4、断熱体 5 等を組み込んだ構造をしており、図 1 と共通する部分については同じ番号がふってある。以下において、それらについての説明を省き、それ以外の構造部分について詳述する。

【0074】

本実施例の装置には、実施例 3 と同様に、三個のヒータ 4 a , 4 b , 4 c とともに、ヒータ 4 c より下方位置にボトムヒータ 1 4 が設けられている。また、実施例 1 で説明した熱遮蔽物 2 0 , 2 1 とともに、ヒータ 4 c とボトムヒータ 1 4 の間隙には熱遮蔽物 2 5 が設けられている。

【0075】

ボトムヒータ 1 4 は、実施例 3 の場合と同様、所定の長さを有する円筒形状に形成されており、その内径は支持軸 9 の外径より大きく、その外径は側面ヒータ 4 の内径より小さい。また、シリコン単結晶製造中にるつぼ 3 が昇降しても、ボトムヒータ 1 4 の上面がるつぼ 3 の下端と干渉しないように配置しておく。

【0076】

熱遮蔽物25は所定の長さを有する円筒形状に形成されており、その内径はボトムヒータ14の外径より大きく、その外径は側面ヒータ4の内径より小さい。このように形成された熱遮蔽物25は、その円筒の上端をるつぼ3の下端外周に接し、その円筒の下端をボトムヒータ14の外周を囲むように垂下した態様で、ヒータ4cとボトムヒータ14の間隙に配置されている。

【0077】

上記構造にしたことにより、実施例3の場合とほぼ同様の効果が得られる。

【0078】

なお、熱遮蔽物24、25は必ずしも円筒形状に限る必要はなく、たとえば六角形のような形状であってもよい。

【0079】

上記実施例では、側面ヒータ4を三個とした態様で説明したが、ヒータ数は二個あるいは四個以上であってもよい。

【0080】

また、上記実施例では、すべての隣接するヒータの間隙に熱遮蔽物を設けていた。本発明はこれらに限られるものではなく、装置コスト・メンテナンス等を考慮して、任意に隣接するヒータの間隙に熱遮蔽物を配設してもよい。たとえば、図1において、熱遮蔽物20を除き、熱遮蔽物21のみを配置しておくことも好適に可能である。また、図5において、熱遮蔽物20を設けず、熱遮蔽物21、24のみを用いた装置とすることも可能である。

さて、以上の熱遮蔽物はいずれも一体構造のものとして説明してきたが、本発明の熱遮蔽物はるつぼ3の周囲に沿って分割されて配置されてもよい。

【0081】

図7に、その1例として、図1において、るつぼ3の周囲に四個の熱遮蔽ブロックを配置して熱遮蔽物を構成した場合のP-P線における横断面図を示す。

【0082】

同図において、熱遮蔽ブロック20aは同一形状をしており、互いに等間隔になるように配置されている。

【0083】

このように分割した熱遮蔽ブロックを設けても、単結晶製造時にるつぼ3が所定の周期で回転するので、熱的むらを十分緩和できるとともに、本発明の目的である隣接ヒータ間の相互熱干渉を抑制することができる。なお、熱遮蔽ブロックの形状、分割数、相互間隔等は、単結晶製造条件に合わせて適宜決めることができる。

【0084】

熱遮蔽ブロックを用いる利点として、一体物に比較して加工および形成するのが容易になることと、チャンバ内への装着やメンテナンスが容易になることがあげられる。

【0085】

以上説明したように、本発明の装置によれば、熱遮蔽物を隣接するヒータの間またはその間近傍に配置することで、隣接する所定のヒータの加熱領域を局所化させることができる。その結果、るつぼおよびるつぼ内融液の温度分布を能動的に制御できるので、高酸素濃度の単結晶から低酸素濃度の単結晶まで、所定の酸素濃度規格範囲の単結晶を歩留まりよく製造することができる。

【0086】

また、本発明の装置の場合、チャンバを特に変更する必要がなく低コストで装置改造ができること、所定ヒータの加熱領域を局所化して効率よく加熱制御を行うことができるので、単結晶製造にかかる消費電力を従来に比べて低減できること等の利点がある。

【0087】

以上においてはシリコン単結晶の製造に用いた実施例を説明したが、本発明はこれに限られることなく本発明の主旨を逸脱しないかぎりガリウム砒素(GaAs)等の半導体単結晶

製造においても同様に適用できる。

【産業上の利用可能性】

【0088】

本発明の半導体単結晶製造装置により、広範囲の酸素濃度および所定の酸素濃度規格範囲が要求される半導体ウェーハ用の半導体単結晶を、安価にしかも安定して市場に供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】 本発明の実施例を説明するための概念図である。

【図2】 本発明の装置と従来の装置による低酸素濃度側における比較実験結果を示す図である。

【図3】 本発明の装置と従来の装置による高酸素濃度側における比較実験結果を示す図である。

【図4】 本発明のほかの実施例を説明するための概念図である。

【図5】 本発明のさらに他の実施例を説明するための概念図である。

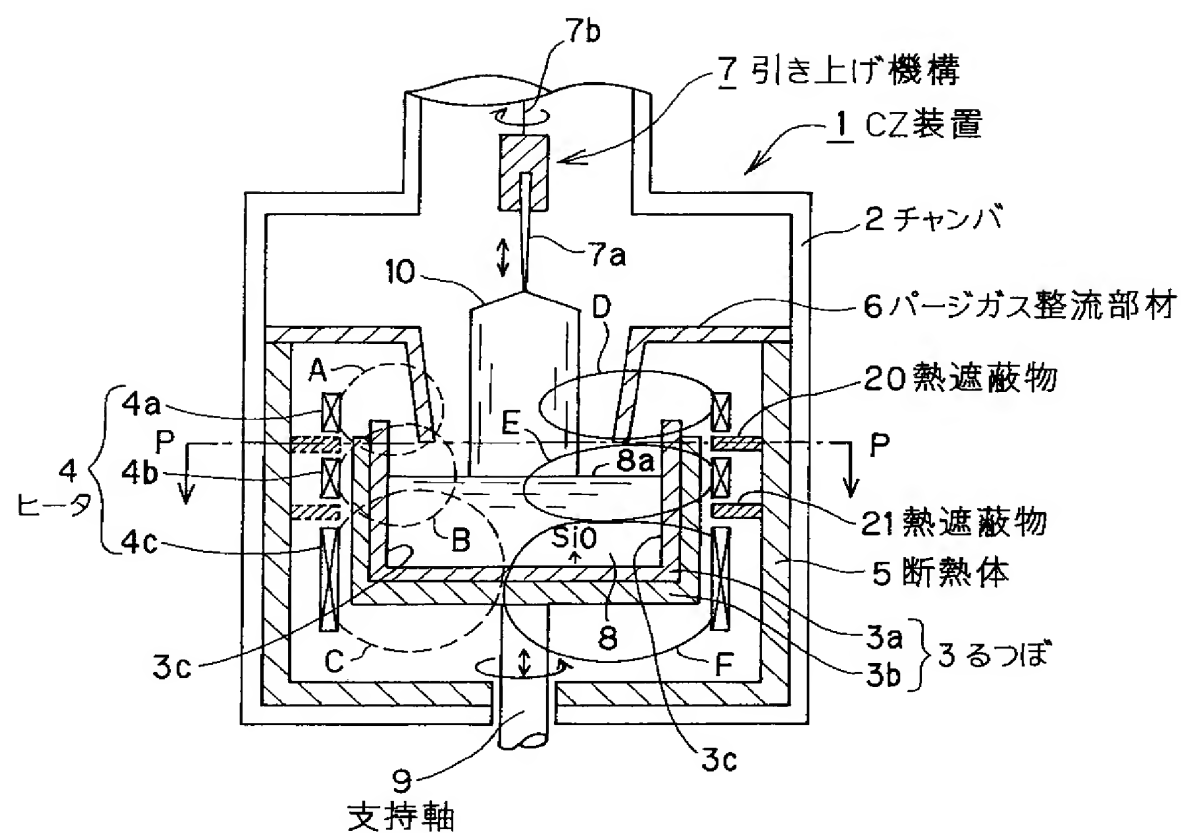
【図6】 本発明の他の実施例を説明するための概念図である。

【図7】 本発明の熱遮蔽ブロックを用いた熱遮蔽物を説明するための横断面概念図である。

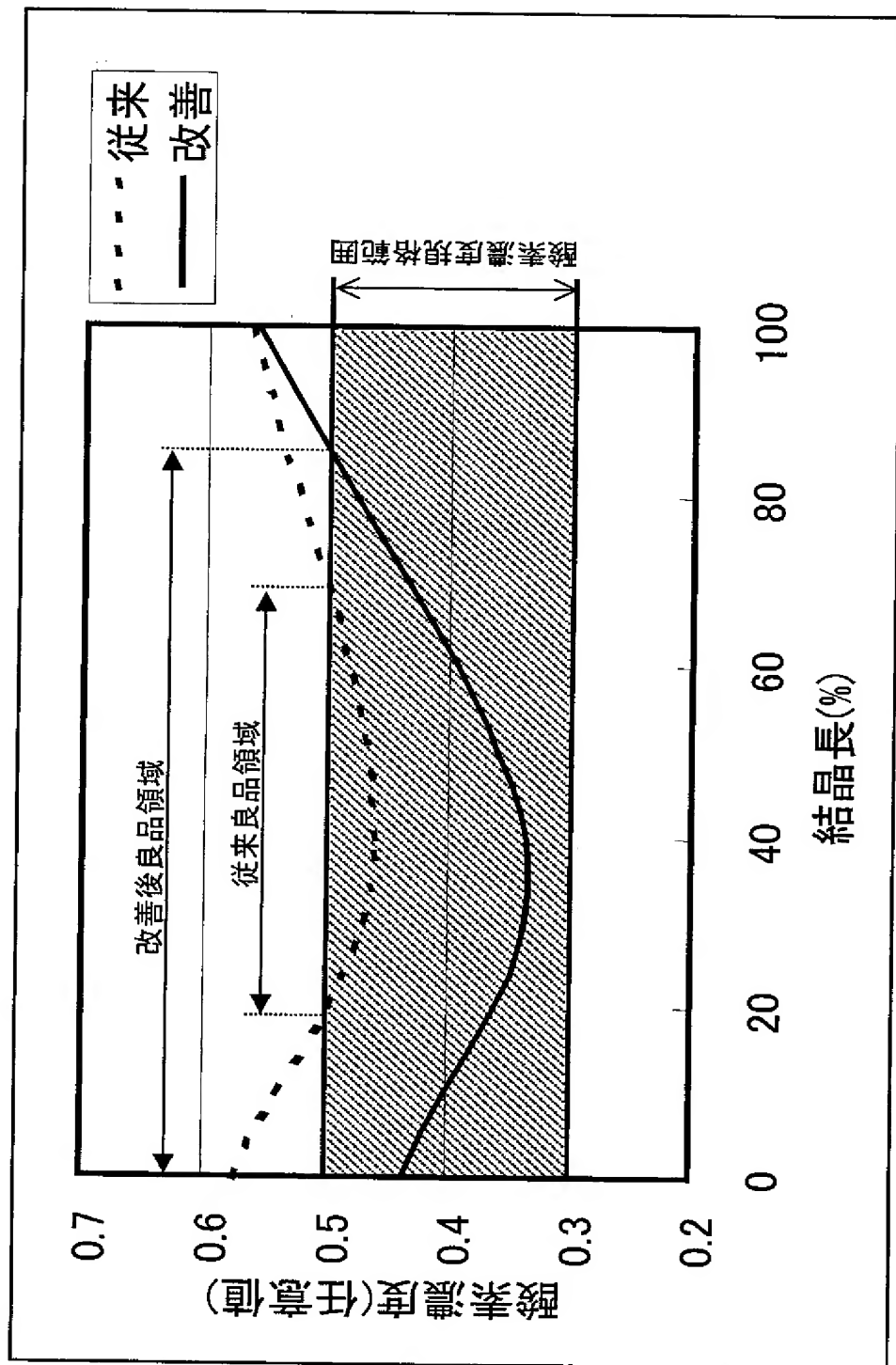
【符号の説明】

【0090】

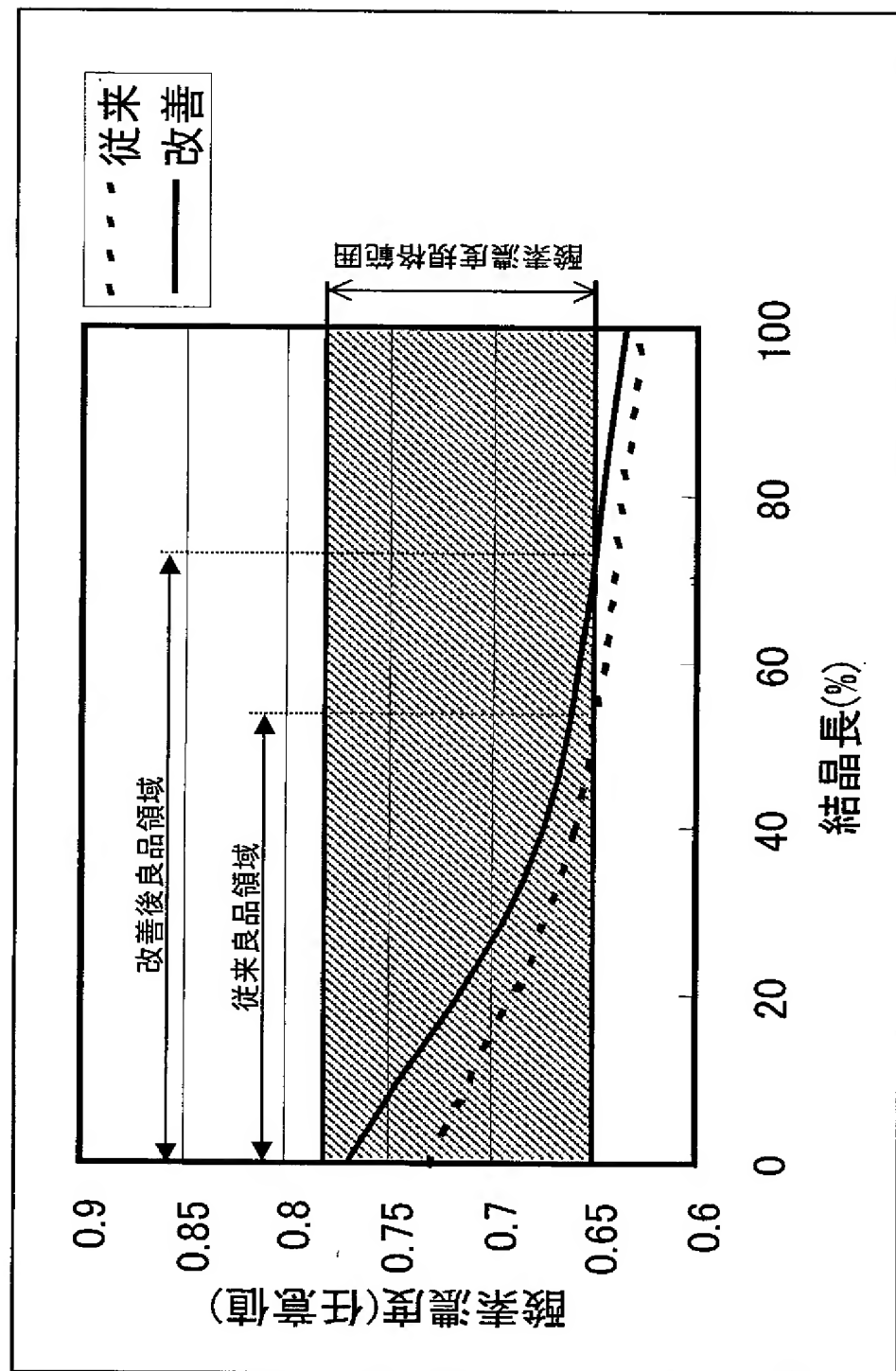
A～C	従来の装置のヒータの加熱領域
D～F	本発明の装置のヒータの加熱領域
G1～G4	バージガスの流れ方向
1	CZ装置
2	チャンバ
3	るつぼ
3a	石英るつぼ
3b	黒鉛るつぼ
3c	接湯面
4	側面ヒータ
5	断熱体
6	バージガス整流部材
7	引上げ機構
8	シリコン融液
9	支持軸
10	シリコン単結晶
14	ボトムヒータ
20～25	熱遮蔽物
20a	熱遮蔽ブロック



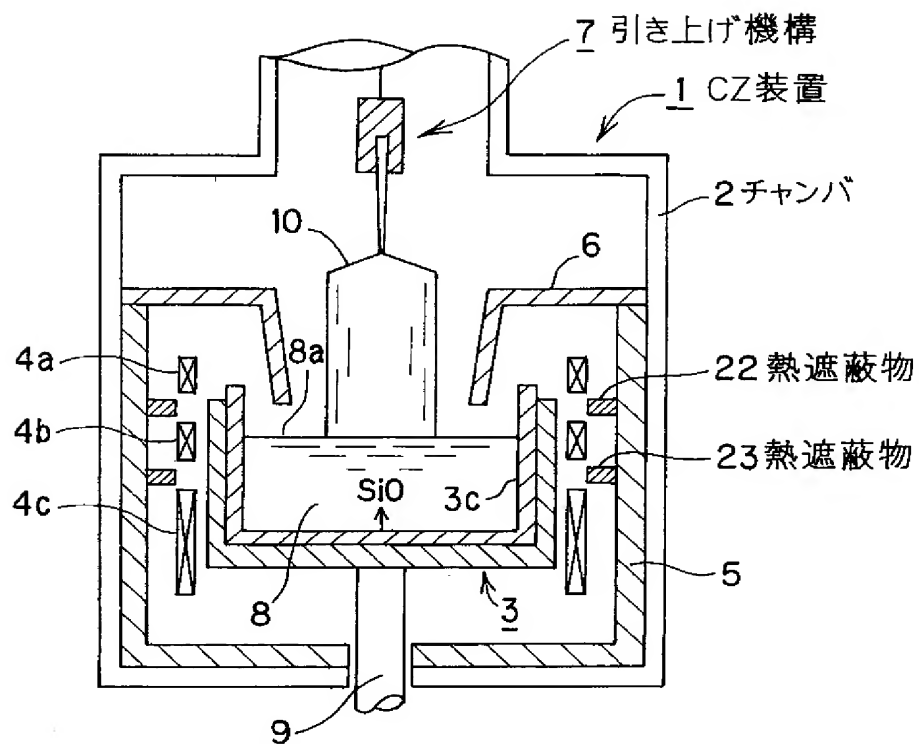
【図 2】



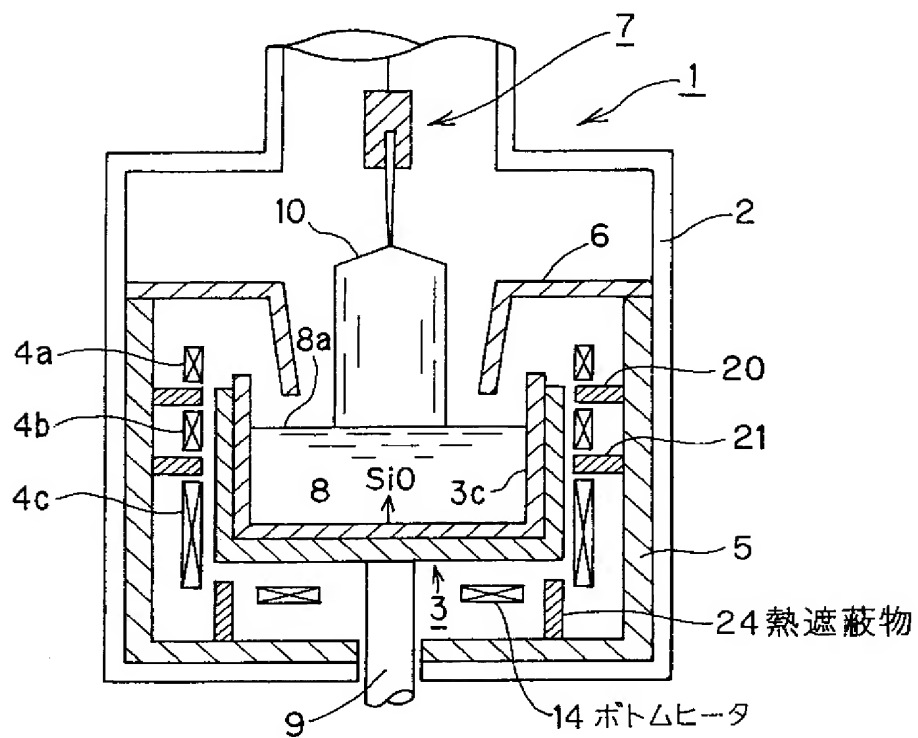
【図 3】



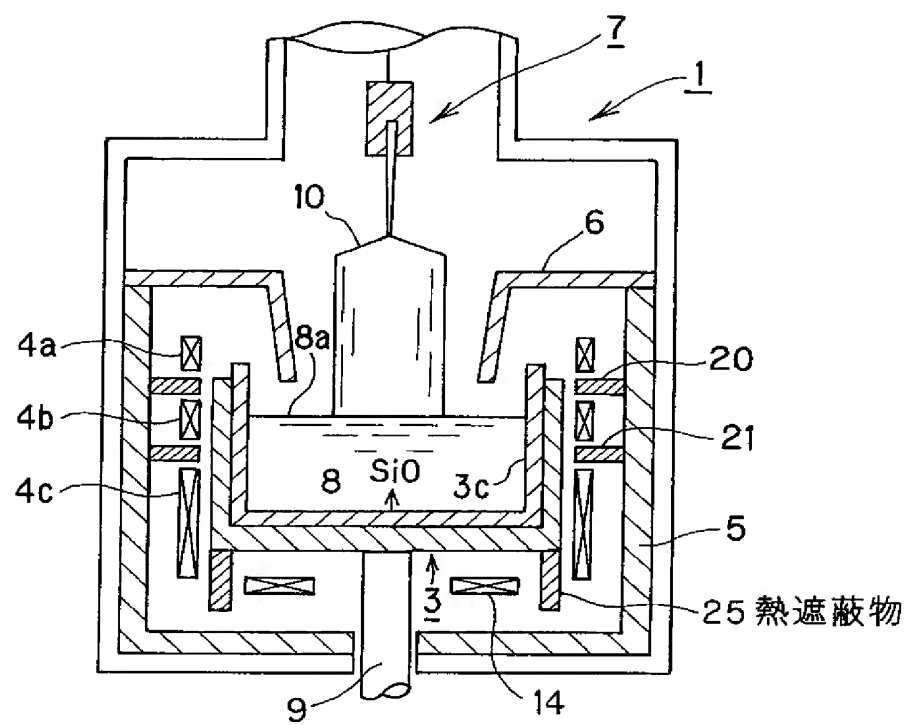
【図 4】



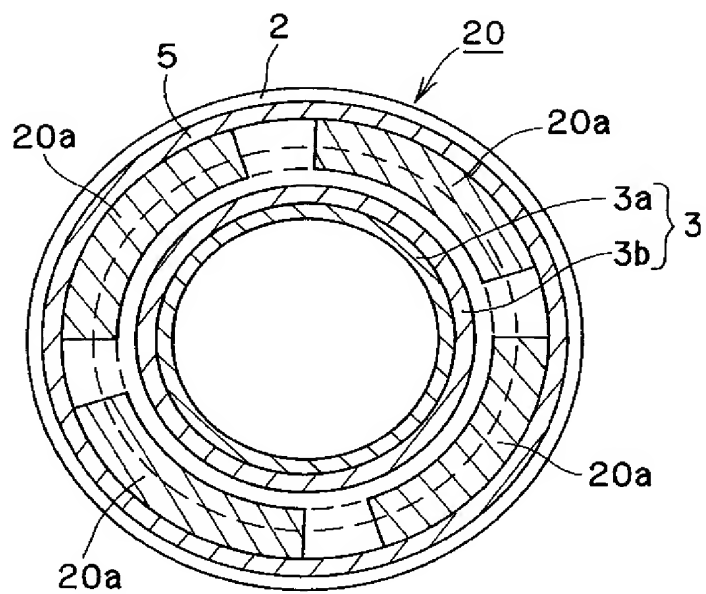
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体集積回路用ウェーハの材料となる高酸素濃度の単結晶から低酸素濃度の単結晶まで、所定の酸素濃度規格範囲で歩留まりよく製造できる半導体単結晶製造装置を提供する。

【解決手段】 るつぼ 3 を側周側から加熱するヒータ 4 a , 4 b , 4 c のそれぞれ隣接するヒータの間の円環状領域の全周に渡って熱遮蔽物 2 0 , 2 1 が設けられている。熱遮蔽物 2 0 , 2 1 により、前記ヒータの各加熱領域を局所化し、るつぼ 3 およびるつぼ内融液 8 の温度分布を能動的に制御することで、高酸素濃度の単結晶から低酸素濃度の単結晶まで、所定の酸素濃度規格範囲で歩留まりよく製造することができる。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 1 8 4 7 1 3

20010215

住所変更

神奈川県平塚市四之宮 3 丁目 2 5 番 1 号

コマツ電子金属株式会社